

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 59138732  
PUBLICATION DATE : 09-08-84

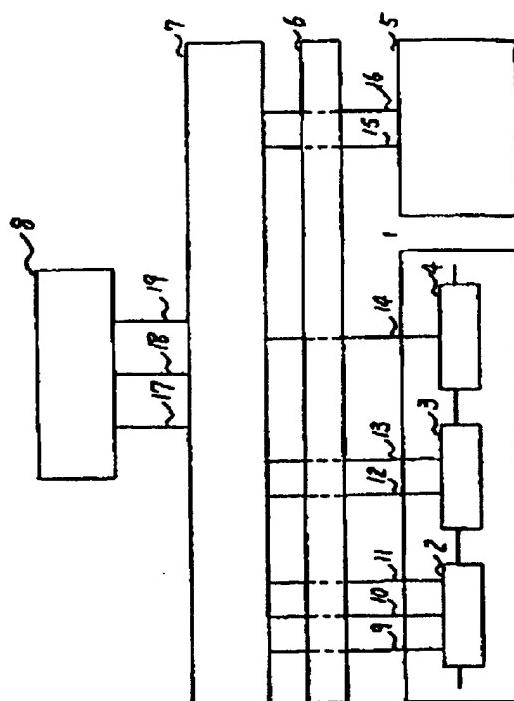
**APPLICATION DATE** : 31-01-83  
**APPLICATION NUMBER** : 58012816

APPLICANT : HITACHI ENG CO LTD;

**INVENTOR : NISHINOMIYA MASAHIRO;**

INT.CL. : F02C 9/00 F02C 6/00 F02C 7/00

**TITLE : MAINTENANCE FOR GAS-TURBINE  
POWER-GENERATION EQUIPMENT**



**ABSTRACT :** PURPOSE: To obtain exact maintenance time by dividing the operation state for each gas turbine into four parts and accumulating each maintenance factor for each operation time and start number of times of and planning maintenance time from the whole state of power generation sets.

**CONSTITUTION:** A maintenance planning apparatus 7 inputs the information necessary for maintenance plan into each gas turbine unit from a gas-turbine power-generation set and a gas-turbine operating board 5 through a process input/output apparatus 6. The fuel division 9 divided into four parts, amount 10 of gas consumption, and the amount 11 of oil consumption are input from a fuel equipment 2, and an outside temperature 13 is input into an ignition apparatus from the gas-turbine equipment, and the amount of electric power is input from a power generation set 4. A starting signal 15 and a load instruction signal 16 are input from the operation board 5. The maintenance planning apparatus 7 accumulates each maintenance factor on the basis of the information and outputs the fuel-system maintenance time 17, high-temperature gas system maintenance time 18, and the gas turbine maintenance time 19. Thus, each maintenance time can be made exact.

COPYRIGHT: (C)1984,JPO&Japio

⑨ 日本国特許庁 (JP)  
**⑩ 公開特許公報 (A)**

⑪ 特許出願公開  
 昭59—138732

⑫ InL Cl.  
 F 02 C 9/00  
 6/00  
 7/00

識別記号

厅内整理番号  
 8209—3G  
 8209—3G  
 6620—3G

⑬ 公開 昭和59年(1984)8月9日  
 発明の数 1  
 審査請求 未請求

(全 6 頁)

## ⑭ ガスタービン発電設備の保守方法

⑮ 特 願 昭58—12816  
 ⑯ 出 願 昭58(1983)1月31日  
 ⑰ 発明者 柏谷美智男  
 日立市幸町3丁目2番1号日立  
 エンジニアリング株式会社内  
 ⑱ 発明者 西宮正弘

⑲ 出願人 株式会社日立製作所  
 東京都千代田区丸の内1丁目5  
 番1号  
 ⑳ 出願人 日立エンジニアリング株式会社  
 日立市幸町3丁目2番1号  
 ㉑ 代理人 弁理士 高橋明夫 外3名

## 明細書

発明の名称 ガスタービン発電設備の保守方法  
 特許請求の範囲

1. 非連続的に運転する発電設備を含めたガスタービン発電設備において、燃料毎の発電効率と運転時の外気温度により、ガスタービン毎の運転状態をピーク負荷、ミドル負荷、ベース負荷および無負荷の4区分に分類し、前記各負荷毎の運転時間を求め、前記運転時間と前記ガスタービン毎の運転停止操作による起動回数における保守係数を得て、各ガスタービン毎に累積し、これらの累積した保守係数に基づき、ガスタービン毎の保守周期を燃費設備全体から計画することを特徴とするガスタービン発電設備の保守方法。

説明の詳細な說明

## 〔説明の利用分野〕

本発明は、非連続的に運転されるガスタービン発電設備のオンラインの保守を、ガスタービンの起動回数を考慮した保守係数に基づき的確に行なうガスタービン発電設備の保守方法に関する。

## 【従来技術】

従来、ガスタービンの保守は、オンラインにて、運転しているガスタービンの燃科と負荷状態および起動停止操作状態などを収込み、各操作状態における運転時間および起動回数を求め、これらの累積値より各操作毎の平均運転時間を求め、あらかじめ定められた保守間隔に対する割合として、監視装置に出力する方法が知られている。

この方法は、保守間隔を、長年の経験より得られたデータを基に決定する必要があるが、発電設備毎に異なる燃焼・非燃焼等の運転方法に対し適切な保守間隔を決定することが困難であつた。また、負荷状態を操作員の指令信号により決定しているため、実際のガスタービン負荷と異なる場合があり、的確な情報を提供することが困難であつた。

また、非連続的に運転するガスタービン発電設備に対し、運転中ガスタービンの発電効率と外気温度から決定される負荷状態および燃科毎に、即的寿命係数、停止中ガスタービンの静的寿命係数

## 特開昭59-138732(2)

を求め、その寿命保証に基づき、オンラインで保守時期をスケジュールする方法が知られている。

この方法は、非連続的に運転する場合に、燃焼系統に最も影響を与えるガスタービンの起動回数に対する劣化がなされておらず、保守時期を的確に計画することが困難であった。

## 〔発明の目的〕

本発明の目的は、非連続的に運転する発電設備を含めたガスタービン発電設備の保守時期を適切に計画し、ガスタービンの寿命化および発電設備の安定化を図るガスタービン発電設備の保守方法を提供するにある。

## 〔発明の概要〕

本発明の特徴は、ガスタービンの燃焼系統に影響を与える起動回数を考慮した、運転中ガスタービンの燃料別・負荷別の動的保守基準、停止中ガスタービンの静的保守基準に基づき、オンラインで、保守時期を的確に計画するにある。

ガスタービンの保守項目と時期は、下記のように大別できる。

註つて、ガスタービンは、常に、前記第図件3)に示す4つの状態のうちのいずれかの状態にある。

4) ガスタービンと発電機間の伝達係数の変化は微少の変化があるが無視できるものとする。

## 〔発明の実施例〕

以下、本発明の一実施例を図を用いて説明する。第1図に、本発明の基本構成ブロック図を示す。図において、保守計画装置7は、プロセス入力装置6を経由して、ガスタービン発電設備1およびガスタービン操作車5より、保守計画に必要な各情報をガスタービニット毎に人力する。燃料装置2より、燃料区分9・ガス消費量10およびオイル消費量11を入力し、ガスタービン装置3より、点火状態12および吸込外気温13を入力し、発電設備4より、発電効率14を入力する。また、操作車5より、ガスタービン起動回数15および負荷指令信号16を入力する。保守計画装置7は、これらの入力情報に基づいて、出力装置8に、燃料系統保守時期17、高温ガス系統

1. 燃焼系統保守時期(初期)
  2. 高温ガス系統保守時期(中期)
  3. タービン本体保守時期(長期)
- 以上の保守時期を計画するにあたり、下記に述べるような前提条件がある。

- 1) ガスタービンの運転停止判定は、ガスタービン運転指令後、点火状態「ON」信号が取り込まれた時点、および、点火状態「OFF」信号が取り込まれた時点とする。
- 2) ガスタービンが運転停止される場合、必ず発電機も運転停止されるものとする。すなわち、タービンと発電機の保守は同時に行なうものとする。
- 3) ガスタービンプラント周辺における条件に応じて、タービンの負荷は下記のものに分けられる。
  1. ピーク負荷状態(PLS)
  2. ミドル負荷状態(MLS)
  3. ベース負荷状態(BLS)
  4. 無負荷状態(NLS)

保守時期18およびタービン本体保守時期19を出力し、ガスタービン発電設備1に於ける保守計画を行なう。

ここに、状態信号Di (i=1~4)の定義は次に示す通りである。

- |           |                             |
|-----------|-----------------------------|
| $D_1 = 0$ | : ガス使用中 ( $D_1^0$ )         |
| 1         | : オイル使用中 ( $D_1^1$ )        |
| $D_2 = 0$ | : 未点火で、タービン停止状態 ( $D_2^0$ ) |
| 1         | : 点火中で、タービン運転状態 ( $D_2^1$ ) |
| $D_3 = 0$ | : タービン停止指示 ( $D_3^0$ )      |
| 1         | : タービン運転指示 ( $D_3^1$ )      |
| $D_4 = 0$ | : ベース負荷指示 ( $D_4^0$ )       |
| 1         | : ピーク負荷指示 ( $D_4^1$ )       |

第2図は、ガスタービン発電設備1に於けるガスタービニット毎に、発電効率EFと外気温度Tから実負荷状態を判定するため負荷区分を示したものである。図中の曲線は、燃料別(ガス、オイル)に異なる。

不負荷区分は、発電効率EFと外気温度が図上で交差した箇所①を含む領域をいい、正規化した

並とする。燃料がガスの場合、

$$L = [ F_o \cdot ( E_F o . T ) ] \quad \cdots (1)$$

にて表わされ、下記の値を持つ。

- L = 1 : ガス無負荷状態
- 2 : ガスベース負荷状態
- 3 : ガスマイル負荷状態
- 4 : ガスピーグ負荷状態

ガス時の発電効率  $E_F$  は、次式にて与えられる。

$$E_F o = \frac{C_w \times W}{C_o \times C Q_o} \times 100 (\%) \quad \cdots (2)$$

ここに、  $C_w$  : 驅動力のカロリー変換定数

(Kcal / MW)

$W$  : 発電々力量 (MW)

$C_o$  : ガスのカロリー変換定数

(Kcal / Nm<sup>3</sup>)

$C Q_o$  : ガス消費量 (Nm<sup>3</sup>)

前記(1)式で得られた負荷区分 ( $L$ ) が、操作指令によるものであるかどうかの検定と、実負荷状態は下記(3)式で得られる。

$$\left. \begin{array}{l} O_1 = L \times ( D_{1^0} \wedge D_{2^0} \wedge D_{3^0} ) \\ O_2 = L \times ( D_{1^0} \wedge D_{2^1} \wedge D_{3^1} \wedge D_{4^0} ) \\ O_3 = L \times ( D_{1^0} \wedge D_{2^1} \wedge D_{3^1} \wedge D_{4^1} ) \end{array} \right\} \quad \cdots (3)$$

= 6 : オイルベース負荷状態

= 7 : オイルミドル負荷状態

= 8 : オイルピーグ負荷状態

ここで、発電効率  $E_F$  は、

$$E_F o = \frac{C_w \times W}{C_o \times C Q_o} \times 100 (\%) \quad \cdots (4)$$

ここに、  $C_w$  : 驅動力のカロリー変換定数

(Kcal / MW)

$W$  : 発電々力量 (MW)

$C_o$  : オイルのカロリー変換定数

(Kcal / KL)

$C Q_o$  : オイル消費量 (KL)

(4)式で与えられる負荷区分しが、操作指令によるものであるかの検定と実負荷状態は下記(5)式で得られる。

$$\left. \begin{array}{l} O_1 = L \times ( D_{1^1} \wedge D_{2^0} \wedge D_{3^0} ) \\ O_2 = L \times ( D_{1^1} \wedge D_{2^1} \wedge D_{3^1} \wedge D_{4^0} ) \\ O_3 = L \times ( D_{1^1} \wedge D_{2^1} \wedge D_{3^1} \wedge D_{4^1} ) \\ O_4 = L \times ( D_{1^1} \wedge D_{2^1} \wedge D_{3^1} \wedge D_{4^1} ) \end{array} \right\} \quad \cdots (5)$$

ここに、  $O_1$  : オイル無負荷状態

$O_2$  : オイルベース負荷状態

相関番号-138732(3)

$$O_1 = L \times ( D_{1^0} \wedge D_{2^1} \wedge D_{3^1} \wedge D_{4^1} )$$

ここで、  $O_1$  : ガス無負荷状態

$D_{1^0}$  : ガスベース負荷状態

$D_{2^1}$  : ガスマイル負荷状態

$D_{3^1}$  : ガスピーグ負荷状態

$\wedge$  : 論理積記号 (AND)

$D_{4^1}$  : ガス燃料

$D_{2^0}$  : ガスタービン停止状態

$D_{2^1}$  : ガスタービン運転状態

$D_{3^0}$  : ガスタービン停止指令

$D_{3^1}$  : ガスタービン運転指令

$D_{4^0}$  : ベース負荷指令

$D_{4^1}$  : ピーグ負荷指令

$D_{1^1}$  : オイル燃料

同様に燃料がオイルである場合も、下記のように実負荷状態が得られる。

まず、負荷区分は、

$$L = [ F_o \cdot ( E_F o . T ) ] \quad \cdots (6)$$

にて表わされ、下記の値を持つ。

$$L = 5 : オイル無負荷状態$$

$O_1$  : オイルミドル負荷状態

$O_2$  : オイルピーグ負荷状態

以上により、ガスタービン毎の負荷状態は、(3)

と(5)式により判別することができる。

図3回は、運転運転時間  $T$  と、保守係数  $M$  との関連に於いて、ガスタービン運転停止操作による起動回数  $N$  が、ガスタービンの保守に与える影響をグラフに表わしたものであり、(a)にピーグ負荷状態での影響を、(b)にミドル負荷状態での影響を、(c)にベース負荷状態での影響を、(d)に無負荷状態での影響を、起動回数  $N$  の多少により、それぞれ示したものである。起動回数  $N$  が多い程、保守係数は大きくなる。グラフは、燃料毎に曲線が異なるため、それぞれガス、オイル毎に作成する。

起動回数  $N$  毎、ガスタービン毎に人力する点火状態信号  $D_2$  を用いて、下記式で求める。

$$N = \sum ( ( D_2 \oplus D_2' ) \wedge D_2 ) \quad \cdots (7)$$

$D_2$  : 今回点火状態

$D_2'$  : 前回点火状態

## (4) 括弧的論理和 (EOR)

また、逐段運転時間  $T_i$  は、(3)および(6)式により割別される各負荷状態の開始時点からの運転時間であり、下記式で得られる。

$$T_i = E \left( \frac{2}{j} \left( \left( \frac{G_i}{j} + \frac{O_i}{j} \right) \times T_o \right) \right) \quad \dots (8)$$

ここに、 $T_o$  : 各状態に於ける逐段運転時間

$$G_i = 1 \sim 4 \quad (i = 1 \sim 4) ; \text{ガス使用}$$

用

$$O_i = 5 \sim 8 \quad (i = 1 \sim 4) ; \text{オイル使用}$$

$T_o$  : 負荷状態作成基本周期

$i$  : 各状態の正規値 ( $1 \sim 8$ )

逐段運転時間  $T_i$  は、負荷状態変化時、“0”になりセットされる。

計算周期での保守係数  $M$  は、前記起動回数  $N$  と、逐段運転時間  $T$  を用い、

$$M = \sum (P(T, N, G_i, O_i, D_i)) \quad \dots (9)$$

また、累積保守係数  $I_M$  は、

$$I_M = E(M) \quad \dots (10)$$

時期 1 として、適確な情報を出力装置 8 に出力する。

尚、比  $R_c$  と出力情報は、

$$R_c = \frac{I_c}{M_c} \quad \dots (11)$$

$0 \leq R_c < 0.1$  : 保守要求情報

$0.1 \leq R_c < 0.8$  : 出力せず

$0.8 \leq R_c < 1.0$  : 保守準備要求情報

## 2) 高温ガス系統保守時期の計画(中期)

本保守時期  $M_c$  は、前記式 (11) で作成した保守時期  $M_c$  を用いて、下記式で表わされる。

$$M_c = C_c \times M_c \quad \dots (15)$$

ここに、 $C_c$  : 高温ガス系統保守定数 ( $C_c \geq 1.0$ )

式 (11) の演算結果としての高温ガス系統保守時期  $M_c$  と、累積保守係数  $I_M$  により、下記のように高温ガス系統保守について、既保守回数  $N_c$  と、次期保守係数  $I_c$  が得られる。

$$N_c = \frac{I_M}{M_c} \quad \dots (16)$$

$$I_c = I_M - (N_c \times M_c) \quad \dots (17)$$

(17)式の演算結果、 $I_c$  の高温ガス系統保守時期  $M_c$  に対する比  $R_c$  を求め、これら (16)、(17)

にて表わされる。

以上のように求めた累積保守係数  $I_M$  により、保守計画装置 7 は、予め記憶している基本保守係数  $F_M$  を用いて、3段階に分けた各保守時期の計画を行なう。

以下に、その詳細について説明する。

## 1) 燃焼系統保守時期の計画(短期)

本保守時期  $M_c$  は、基本保守係数  $F_M$  を用いて、下記式で表わされる。

$$M_c = C_c \times F_M \quad \dots (11)$$

ここに、 $C_c$  : 燃焼系統保守定数 ( $C_c \geq 1.0$ )

式 (11) の演算結果としての燃焼系統保守時期  $M_c$  と、前記累積保守係数  $I_M$  により下記のように、燃焼系統保守について、既保守回数  $N_c$  と、次期保守までの保守係数  $I_c$  を持ることができる。

$$N_c = \frac{I_M}{F_M} \quad \dots (12)$$

$$I_c = I_M - (N_c \times F_M) \quad \dots (13)$$

また、(13)式の演算結果、 $I_c$  の燃焼系統保守時期  $M_c$  に対する比を求める。これら (12)、(13)式の演算結果を、比  $R_c$  に基づき、燃焼系統保守

の演算結果を、比  $R_c$  に基づき、高温ガス系統保守時期 1 として、適確な情報を出力装置 8 に出力する。

尚、比  $R_c$  と出力情報の関係は、

$$R_c = \frac{I_c}{M_c} \quad \dots (14)$$

$0 \leq R_c < 0.1$  : 保守要求情報

$0.1 \leq R_c < 0.8$  : 出力せず

$0.8 \leq R_c < 1.0$  : 保守準備要求情報

## 3) タービン本体保守時期の計画(長期)

前記 2)にて得られた保守時期  $M_c$  を用いてタービン本体保守時期  $M_x$  は、

$$M_x = C_x \times M_c \quad \dots (18)$$

て求める。

ここに、 $C_x$  : タービン本体保守定数 ( $C_x \geq 1.0$ )

(18)式の演算結果としてのタービン本体保守時期  $M_x$  と、累積保守係数  $I_M$  により、下記のようにタービン本体保守について、既保守回数  $N_x$  と、次期保守までの保守係数  $I_x$  が得られる。

$$N_x = \frac{I_M}{M_x} \quad \dots (19)$$

$$I_x = I_M - (N_x \times M_x) \quad \dots (20)$$

(21)式の計算結果、I<sub>0</sub> のタービン本体保守時間 N<sub>0</sub> に対する比率を求め、これら(20)、(21)式の計算結果を、式(22)に添づき、タービン本体保守時間 1.0 として、過度な信頼を出力設備 S<sub>0</sub> に出力する。

尚、式(22)と出力信頼の関係は、

$$\frac{I_0}{N_0} = \frac{1}{M_0} \quad \dots (22)$$

$$\begin{cases} 0 \leq R_0 < 0.1 : \text{保守要求情報} \\ 0.1 \leq R_0 < 0.8 : \text{出力せず} \\ 0.8 \leq R_0 < 1.0 : \text{保守準備要請情報} \end{cases}$$

以上のようにして得た三段階保守計画時期は、保守保証 (C<sub>c</sub>, C<sub>s</sub>, C<sub>w</sub>) の値を下記のように入力すると全く保守計画時期を区別することなく、同時に保守することができる。かつ、各本保守保証と M<sub>0</sub> で、各保守計画を行なうことができる。

$$C_c = C_s = C_w = 1 \quad \dots (23)$$

以上のようにして、ガスタービン発電設備における保守計画が行なわれるが、本計画によれば各状態毎の途中段階で、そのままの状態が今後も維持されるという予測のもとで、仮想累積保守保

### 特開昭69-138732(5)

数が求められ、これらの計算結果によって将来の保守時期がマッチでき、保守計画を立案することができる。

また、各状態毎の途中で保守計画をさせることが容易にできる。

#### 【発明の効果】

本発明によれば、ガスタービン発電設備における保守計画を的確に立てることができ、最適な保守を実現することができるので、非連続運転用ガスタービン発電設備を最も効率的に長寿命化することばかりではなく、連続運転用ガスタービン発電設備も効率的に長寿命化することができる。

#### 図面の簡単な説明

第1図は本発明の基本構成ブロック図、第2図は本発明のガスタービン発電設備における炎筒荷状態図、第3図(a), (b), (c), (d)は本発明の各負荷状態における運転運転時間と運転回数による保守保証の一例を示す図である。

1…ガスタービン発電設備、2…燃料設備、3…ガステービン設備、4…発電設備、6…プロセス

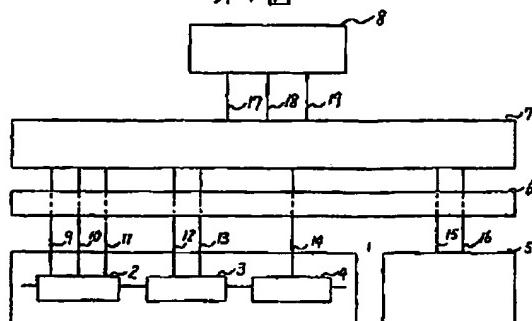
入出力装置、7…保守計画装置、14…発電能力監視、17…燃料系統保守時期、18…高圧ガス系統保守時期、19…タービン本体保守時期。

代理人弁護士 高橋明夫

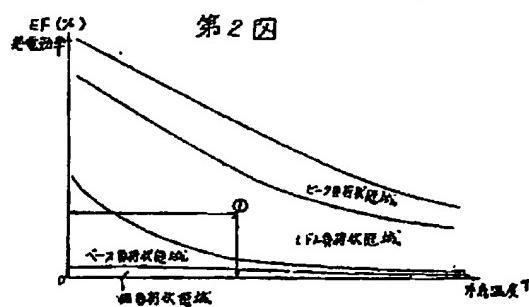


特許第59-138732(6)

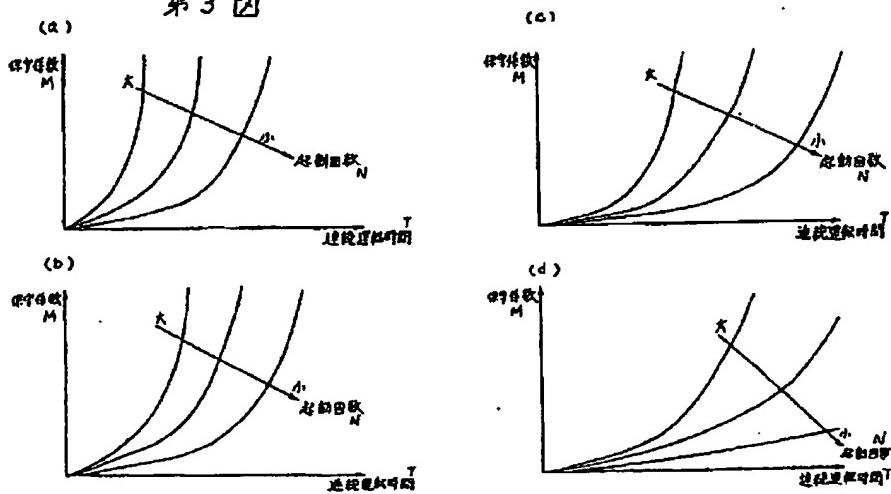
第1図



第2図



第3図



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**